

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-174726

(43)Date of publication of application : 23.06.2000

(51)Int.Cl.

H04J 11/00

H04B 7/08

H04B 7/26

H04J 13/02

(21)Application number : 10-350091

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD

(22)Date of filing : 09.12.1998

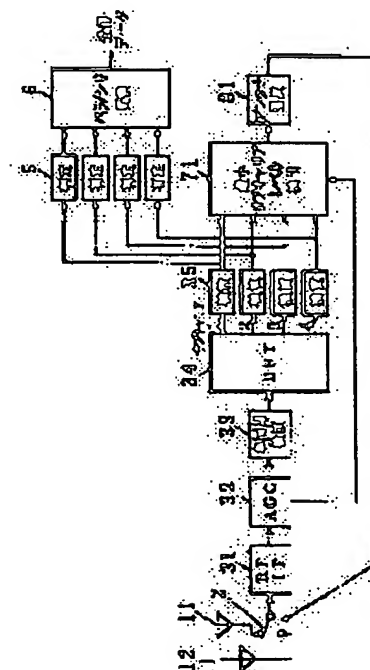
(72)Inventor : TAROUMARU MAKOTO

(54) DIVERSITY RECEIVER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the diversity receiver of simple constitution which can obtain sufficient diversity effect even in the case of a frequency selective phasing transmission line.

SOLUTION: Plural antennas 11 and 12, an antenna switch 2 switching the plural antennas 11 and 12 and selecting and outputting a reception signal from the antenna, reception circuits 31-33 converting the reception signals corresponding to the plural antennas 11 and 12 into intermediate frequency signals and base band signals and outputting them, a sub-carrier separation part 34 separating and converting the respective output signals of the reception circuits 31-33 into respective auxiliary carriers, a detector 35 removing phase fluctuation owing to the transmission of the sub-carrier signal and outputting the base band signal after detection, a minimum sub-carrier level detection part 71 comparing the voltage value or electric value of the base band signal after detection and detecting the lowest value and an antenna selection part 81 controlling the antenna switch in accordance with the value detected by the minimum sub-carrier level detection part 71 are installed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-174726

(P2000-174726A)

(43) 公開日 平成12年6月23日 (2000.6.23)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 4 J 11/00

H 0 4 J 11/00

Z 5 K 0 2 2

H 0 4 B 7/08

H 0 4 B 7/08

A 5 K 0 5 9

7/26

7/26

D 5 K 0 6 7

H 0 4 J 13/00

H 0 4 J 13/00

F

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号

特願平10-350091

(22) 出願日

平成10年12月9日 (1998.12.9)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 太郎丸 口

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩崎 文雄 (外2名)

Fターム(参考) 5K022 AA10 AA21 DD01 DD31

5K059 CC03 DD02 DD05 DD12 DD16

DD27 EE02

5K067 AA02 CC01 CC02 CC24 EE02

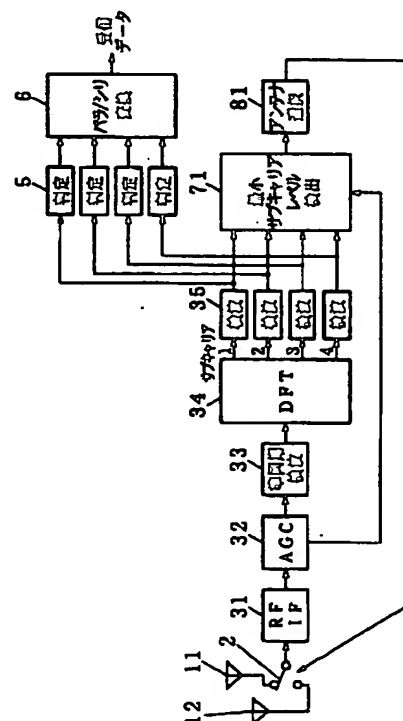
KK03

(54) 【発明の名称】 ダイバーシティ受信機

(57) 【要約】

【課題】 周波数選択性フェージング伝播路の場合でも十分なダイバーシティ効果が得られる簡易な構成のダイバーシティ受信機を提供するを目的とする。

【解決手段】 複数のアンテナ11、12と、複数のアンテナを切り換えてアンテナからの受信信号を選択し出力するアンテナ切換器2と、複数のアンテナに対応した受信信号を中間周波信号そしてベースバンド信号に変換して各々出力する受信回路31～33と、受信回路の各出力信号を各副搬送波に対応するサブキャリア信号に分離変換するサブキャリア分離部34と、サブキャリア信号の伝送による位相変動を除去して検波後ベースバンド信号を出力する検波器35と、検波後ベースバンド信号の電圧値または電力値を比較し、最も低い値を検出する最小サブキャリアレベル検出部71と、最小サブキャリアレベル検出部によって検出された値に応じてアンテナ切換器を制御するアンテナ選択部81とを有する。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 直交周波数分割多重または周波数分割多重された複数の副搬送波を有する信号を受信するダイバーシティ受信機であって、複数のアンテナと、前記複数のアンテナを切り換えて前記アンテナからの受信信号を選択し出力するアンテナ切換器と、前記アンテナ切換器から受信信号を供給され、前記複数のアンテナに対応した前記受信信号を中間周波信号に変換し、前記中間周波信号をベースバンド信号に変換して各々出力する受信回路と、前記受信回路の各出力信号を前記各副搬送波に対応するサブキャリア信号に分離変換するサブキャリア分離部と、前記サブキャリア信号の伝送による位相変動を除去して検波後ベースバンド信号を出力する検波器と、前記サブキャリア信号または前記検波後ベースバンド信号の電圧値または電力値を比較し、最も低い値を検出する最小サブキャリアレベル検出部と、前記最小サブキャリアレベル検出部によって検出された値に応じて前記アンテナ切換器を制御するアンテナ選択部とを有することを特徴とするダイバーシティ受信機。

【請求項2】 直交周波数分割多重または周波数分割多重された複数の副搬送波を有する信号を受信するダイバーシティ受信機であって、複数のアンテナと、前記複数のアンテナを切り換えて前記アンテナからの受信信号を選択し出力するアンテナ切換器と、前記アンテナ切換器から受信信号を供給され、前記複数のアンテナに対応した前記受信信号を中間周波信号に変換し、前記中間周波信号をベースバンド信号に変換して各々出力する受信回路と、前記受信回路の各出力信号を前記各副搬送波に対応するサブキャリア信号に分離変換するサブキャリア分離部と、前記サブキャリア信号の伝送による位相変動を除去して検波後ベースバンド信号を出力する検波器と、前記サブキャリア信号または前記検波後ベースバンド信号の電圧値または電力値から伝送データ誤り率を推定する誤り率検出部と、前記誤り率検出部によって推定された値に応じて前記アンテナ切換器を制御するアンテナ選択部とを有することを特徴とするダイバーシティ受信機。

【請求項3】 前記アンテナ切換器と前記受信回路との間に配置され、一方の端子に送信信号を出力する送信回路が接続され、他方の端子に前記受信回路が接続された切り換え回路を備え、前記アンテナ選択部は、通信の相手局に対し送信する時、受信期間で選択したアンテナにより送信するように前記切り換え回路を制御することを特徴とする請求項1に記載のダイバーシティ受信機。

【請求項4】 前記アンテナ切換器と前記受信回路との間に配置され、一方の端子に送信信号を出力する送信回路が接続され、他方の端子に前記受信回路が接続された切り換え回路を備え、前記アンテナ選択部は、通信の相手局に対し送信する時、受信期間で選択したアンテナにより送信するように前記切り換え回路を制御することを特徴とする請求項2に記載のダイバーシティ受信機。

【請求項5】 前記アンテナ選択部は、前記複数のアンテナを切り換える毎に前記最小サブキャリアレベル検出部によって検出された値を記憶し、前記検出された値が最も大であったアンテナに切り換え、前記切り換えを所定の期間だけ維持する請求項1または3に記載のダイバーシティ受信機。

【請求項6】 前記アンテナ選択部は、前記複数のアンテナを切り換える毎に前記誤り率検出部によって推定された値を記憶し、前記推定された値が最も小であったアンテナに切り換え、前記切り換えを所定の期間だけ維持する請求項2または4に記載のダイバーシティ受信機。

【請求項7】 前記アンテナ選択部は、前記最小サブキャリアレベル検出部によって検出された値と切り換えしきい値とを比較し、前記検出された値が前記切り換えしきい値を下回った場合にはアンテナを切り換え、前記切り換えを所定の期間だけ維持する請求項1または3に記載のダイバーシティ受信機。

【請求項8】 前記アンテナ選択部は、前記誤り率検出部によって推定された値と切り換えしきい値とを比較し、前記推定された値が前記切り換えしきい値を上回った場合にはアンテナを切り換え、前記切り換えを所定の期間だけ維持する請求項2または4に記載のダイバーシティ受信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、直交周波数分割多重 (OFDM) 等のように複数の副搬送波を有する変調方式によりデジタル変調された信号の送受信に用いられ、空間的に離して設置された複数のアンテナによって上記デジタル変調された信号を受信するダイバーシティ受信機に関する。

【0002】

【従来の技術】 移動体通信分野において、秘話性の向上、ISDN網やコンピュータ等との親和性、周波数資源の有効利用等の観点から、無線通信のデジタル化が進行している。

【0003】 デジタル移動無線通信の変調方式としては、例えば我国のデジタルセルラ電話 (PDC) やパーソナルハンディホン (PHS) のように、 $\pi/4$ シフトQPSK等の位相シフトキーイングがよく用いられる。さらに最近では、音声だけでなく画像などの情報量の多いデータを高速に無線伝送する要求が高まってきている。

【0004】 一般に、データ伝送速度を高速化するためには、変調速度 (ボーレート) の高速化、64QAMや256QAM等に代表される変調の多値化および複数搬送波 (マルチキャリア) による並列伝送の3つの方法がある。このうち変調速度の高速化は、テレビのゴースト障害のように異なる遅延時間を持った複数の伝播路の電波が同時に受信された場合に符号間干渉が生じて伝送品質の劣化が著しくなるため、受信機には等化器が不可欠となる。次

(3)

3

に、変調の多値化は、所望の誤り率を確保するための1ビット当たりの伝送エネルギーすなわちビットレートで規格化した送信電力がより多く必要となり、干渉波に対する特性も劣るので、移動通信には適していない。一方、マルチキャリアによる並列伝送は上記問題が無い。特に、直交周波数分割多重（以下「OFDM」と記す）と称するマルチキャリア並列伝送は、伝送信号の所要帯域幅が変調速度を高速化した場合の帯域幅と同等であり、しかも等化器が不要または簡略化できる利点がある。このため、デジタルテレビ放送、マルチメディア高速無線アクセスシステム、無線LAN（ローカルエリアネットワーク）の標準化において、規格への採用が決定または検討されている。

【0005】図10はOFDMによる送信信号の電力スペクトルを示す電力スペクトル図であり、副搬送波（サブキャリア）数が4個の例を示している。図10において f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 はそれぞれ第1、第2、第3、第4のサブキャリア周波数を示し、その周波数間隔は一般に等間隔である。 f_c は帯域の中心周波数である。そして送信側では、送信すべきデータを4等分し、あるいは送信すべきシリアルデータを4ビットにシリアル/パラレル変換を行い、4チャンネルで各々 $1/4$ のビットレートとなったシリアルデータに変換する。そして第1、第2、第3、第4のサブキャリアは、これら4チャンネルのデータによりそれぞれ変調されたサブキャリア信号となる。同サブキャリア信号は加算合成され、送信周波数に周波数変換されて所要の電力まで増幅され、送信信号として送信される。なお、上記変調および加算合成の信号処理は、離散フーリエ逆変換あるいは高速フーリエ逆変換により実現され、逆に受信側におけるサブキャリア信号の分離は、離散フーリエ変換あるいは高速フーリエ変換により実現されるのが一般的である。これらの詳細な原理は、例えば文献（笹瀬 隆 監修、「次世代デジタル変復調技術」（株）トリケップス発行）の第8章に述べられており、サブキャリア数と等しいサンプル数を持つ離散フーリエ変換あるいは高速フーリエ変換により、受信側におけるサブキャリア信号の分離処理が行われることが示されている。

【0006】ところで、移動通信ではフェージングが発生するため、伝送品質（デジタル通信においては誤り率）が著しく悪化する。このため基地局では、2本以上のアンテナおよび受信回路（ブランチ）で受信するダイバーシティ受信により、フェージングによる伝送品質劣化を補償している。例えば特開平9-284191号公報公報にOFDM信号のダイバーシティ受信装置の構成が開示されている。同公報で開示されているダイバーシティ受信機をはじめ、セルラー電話などの移動通信基地局で用いられているダイバーシティ受信機は、検波後合成ダイバーシティ方式が採用されている。しかし、検波後合成ダイバーシティ方式は、アンテナ毎に受信回路を

4

有するため、構成が複雑になり、製造原価も高くなるため、小型・低消費電力が要求される端末装置や、小規模事務所や家庭内で用いる民生機器に用いるのは好ましくない。この様な観点から、デジタルコードレス電話の親機等では、簡易なダイバーシティ方式であるアンテナ切り換えダイバーシティ、あるいはアンテナ選択ダイバーシティと呼ばれる方式が採用されることが多い。

【0007】次に、従来のダイバーシティ送受信機について説明する。図11はアンテナ選択およびアンテナ切り換えダイバーシティ方式による従来のダイバーシティ受信機を示すブロック図である。図11において、11は第1のアンテナ、12は第2のアンテナ、2はアンテナ切換器、31はアンテナ11又は12で受信された高周波信号を中間周波信号に変換・増幅する周波数変換部、32は周波数変換部31から出力される中間周波信号を増幅し、出力の振幅をほぼ一定に維持するよう自動的に利得が設定される自動利得制御増幅器（AGC増幅器）、33はAGC増幅器32で増幅された中間周波信号を受信信号の搬送波とは非同期の位相基準信号によってベースバンド信号へ変換する準同期検波器、35は準同期検波機33から出力されるベースバンド信号から伝播路等で生じた位相回転を除去して検波後ベースバンド信号を得る検波器、5は検波器35で得られた検波後ベースバンド信号を適当なしきい値と比較して送信されたデータを判定し、受信データとして出力する判定部、80はAGC増幅器32の設定利得から換算される受信信号強度に応じてアンテナ切換器2を制御するアンテナ選択部である。なお、検波器35としては具体的には、同期検波器や遅延検波器が用いられる。また、QPSK等の振幅に情報を持たない変調方式の場合は、AGC増幅器32に代えてリミタ増幅器が用いられる場合もある。多くのリミタ増幅器の集積回路は一般にRSSI出力端子を有しており、受信信号強度は同RSSI端子電圧として得られる。以上は信号処理の構成を説明したが、通常は準同期検波器33の出力に、あるいはAGC増幅器32の出力にアナログ/デジタル変換回路を設けてデジタル信号に変換し、以後の処理をデジタル回路、あるいは上記信号処理がプログラムされたデジタルシグナルプロセッサ（DSP）で実現されることが多い。

【0008】次に、このように構成されたダイバーシティ受信機について、その動作を図12～図14を用いて説明する。図12（a）は第1のアンテナ11におけるフェージング特性を示すタイミング図であり、図12（b）は第2のアンテナ12におけるフェージング特性を示すタイミング図、図12（c）は受信バースト信号を示すタイミング図、図13（a）は第1のアンテナ11におけるフェージングとしきい値との関係を示すタイミング図であり、図13（b）は第2のアンテナ12におけるフェージングとしきい値との関係を示すタイミング図、図13（c）は受信バースト信号を示すタイミン

(4)

5

グ図、図14 (a)、(b)は伝播路の周波数特性を示す周波数特性図である。

【0009】アンテナ選択ダイバーシティによる場合には、まずアンテナ選択部80がアンテナ切換器2を制御し、受信信号のうち同期ビット等の情報が載っていない期間でアンテナを切り換えながら、アンテナ11および12の受信信号強度を検知し、これらと比較する。そして受信信号強度が高かった方のアンテナに切り換えて所定の期間受信する。例えば、PHS等の時分割多元接続方式 (TDMA) のように受信波がタイムスロットと呼ばれるバースト信号の場合、図12 (a)、(b)に示すようにアンテナが切り替わる。図12 (c)において91、92、93はそれぞれ第1、第2、第3番目の受信バースト信号である。各受信バースト信号の斜線部分は、同期のための情報が載っていないプリアンプル期間である。また、図中◎印は、当該アンテナが選択されたことを意味する。まず、第1番目のバースト信号のプリアンプル部分でアンテナが切り換えられ、第1のアンテナ11および第2のアンテナ12での受信信号強度が比較される。この例の場合、第1のアンテナ11における信号強度の方が高いので、図中矢印付きの太線で示した期間、第1のアンテナ11にて受信される。次に、第2、第3のバースト信号の場合にも同様に動作し、それぞれ第2のアンテナ12、第1のアンテナ11が選択されて受信される。このように比較的フェージング変動が遅い場合には、バースト信号全体にわたり受信信号強度の高い側のアンテナが接続される確率が高い。

【0010】次に、アンテナ切り換えダイバーシティによる場合には、まずアンテナ選択部80が受信信号強度を検知し、これを予め設定されたしきい値と比較する。そして受信信号強度が該しきい値を下回ったならばアンテナを他方に切り換え、上回ったならば切り換えずに所定の期間受信する。例えば、PHS等の時分割多元接続方式 (TDMA) のように受信波がタイムスロットと呼ばれるバースト信号の場合、図13 (a)、(b)に示すようにアンテナが切り替わる。図13 (c)において91、92、93はそれぞれ第1、第2、第3番目の受信バースト信号である。各受信バースト信号の斜線部分はプリアンプルである。また、図中○印は、切り換えが発生せず当該アンテナが継続して選択されたことを、□印は直後にアンテナが他方へ切り換えられたことを示す。まず、第1番目のバースト信号の到来前には、第1のアンテナ11が接続されていたとする。そして第1番目のバースト信号のプリアンプル部分で第1のアンテナ11のまま受信信号強度がしきい値と比較される。この例の場合、第1のアンテナ11における受信信号強度がしき

6

い値を上回っているので切り換えは発生せず、引き続き第1のアンテナ11にて受信される。次に、第2のバースト信号の場合は、プリアンプルでは引き続き第1のアンテナ11にて受信され、受信信号強度がしきい値と比較される。今度はしきい値を下回っているので切り換えが発生し、第2のアンテナ12へ切り替わり、第2のバースト信号は第2のアンテナ12にて受信される。そして、第3のバースト信号では、プリアンプルで引き続き第2のアンテナ12にて受信され、受信信号強度がしきい値と比較される。今度もしきい値を下回っているので切り換えが発生し、再び第1のアンテナ11へ切り換わり、第3のバースト信号は第1のアンテナ11にて受信される。アンテナ切り換えダイバーシティは、上記アンテナ選択ダイバーシティに比べて特性はやや悪いが、プリアンプル部分でのアンテナ切り換え回数が高々1回で済む。一方アンテナ選択ダイバーシティではプリアンプル部分で2回の切り換えが発生する場合がある。従って、アンテナ切り換えダイバーシティはプリアンプルが短い場合に有効である。

【0011】なお、異なる遅延時間を持った複数の伝播路の電波が同時に到達する場合には周波数選択性フェージングとなり、伝播路の周波数特性が様でなくなる。この場合、伝達特性が周波数によっても大きく変化する。受信信号は歪みを受ける。しかし、上記遅延時間の広がり (遅延分散) が伝送帯域の逆数に比べて十分小さい場合には、伝送帯域内では周波数特性がほぼ様となる。従って、比較的フェージングが遅く、狭帯域信号を送信する場合には、伝送データの誤り率は信号強度が高くなるほど低いので、通信品質が良好と考えられるブランチで受信されることになる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の従来のダイバーシティ受信機では、遅延分散が伝送帯域の逆数に比べて無視できない周波数選択性フェージング伝播路の場合には、伝送データの誤り率は受信信号強度が高くなるほど低いとは限らない。たとえば、図10のOFDM信号が図14に破線で示すような周波数特性の伝播路で伝送された場合、受信されるOFDM信号は図14の実線のようにになる。一般に伝送データの誤り率は、受信信号強度が3dB減少すると10倍乃至数十倍となって急激に劣化し、例えば図14 (a)に対応する (表1)、図14 (b)に対応する (表2) のようになる。

【0013】

【表1】

第1のサブキャリアの誤り率推定値	第2のサブキャリアの誤り率推定値	第3のサブキャリアの誤り率推定値	第4のサブキャリアの誤り率推定値	信号全体の誤り率推定値
1×10^{-1}	1×10^{-4}	1×10^{-5}	1.5×10^{-5}	2.5×10^{-2}

(5)

7

8

【0014】

* * 【表2】

第1のサブキャリア の誤り率推定値	第2のサブキャリア の誤り率推定値	第3のサブキャリア の誤り率推定値	第4のサブキャリア の誤り率推定値	信号全体の 誤り率推定値
1×10^{-3}	3×10^{-3}	2×10^{-3}	3×10^{-4}	1.6×10^{-3}

【0015】従って、このようにサブキャリア信号の受信信号強度が異なると、伝送データの誤り率はサブキャリア信号毎に大きく異なり、最も受信信号強度が弱いサブキャリア信号の誤り率により、OFDM信号全体の誤り率が支配されてしまう。例えば図14では、(a)の方が(b)よりも平均受信信号強度はやや高いが、全体の誤り率はかえって(b)の方が良好である。このため、アンテナ選択、アンテナ切り換えを信号全体の受信信号強度によって行う従来のダイバーシティ受信機では、アンテナの選択、アンテナの切り換えが適切に行われず、ダイバーシティ利得が低下するという問題点を有していた。

【0016】このダイバーシティ受信機では、構成が簡易で、周波数選択性フェージング伝播路の場合でも十分なダイバーシティ効果が得られることが要求されている。

【0017】本発明は、周波数選択性フェージング伝播路の場合でも十分なダイバーシティ効果が得られる簡易な構成のダイバーシティ受信機を提供するを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明のダイバーシティ受信機は、直交周波数分割多重または周波数分割多重された複数の副搬送波を有する信号を受信するダイバーシティ受信機であって、複数のアンテナと、複数のアンテナを切り換えてアンテナからの受信信号を選択し出力するアンテナ切換器と、アンテナ切換器から受信信号を供給され、複数のアンテナに対応した受信信号を中間周波信号に変換し、中間周波信号をベースバンド信号に変換して各々出力する受信回路と、受信回路の各出力信号を各副搬送波に対応するサブキャリア信号に分離変換するサブキャリア分離部と、サブキャリア信号の伝送による位相変動を除去して検波後ベースバンド信号を出力する検波器と、サブキャリア信号または検波後ベースバンド信号の電圧値または電力値を比較し、最も低い値を検出する最小サブキャリアレベル検出部と、最小サブキャリアレベル検出部によって検出された値に応じてアンテナ切換器を制御するアンテナ選択部とを有する構成を備えている。

【0019】これにより、周波数選択性フェージング伝播路の場合でも十分なダイバーシティ効果が得られる簡易な構成のダイバーシティ受信機が得られる。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載のダイバーシティ受信機は、直交周波数分割多重または周波数分

割多重された複数の副搬送波を有する信号を受信するダイバーシティ受信機であって、複数のアンテナと、複数のアンテナを切り換えてアンテナからの受信信号を選択し出力するアンテナ切換器と、アンテナ切換器から受信信号を供給され、複数のアンテナに対応した受信信号を中間周波信号に変換し、中間周波信号をベースバンド信号に変換して各々出力する受信回路と、受信回路の各出力信号を各副搬送波に対応するサブキャリア信号に分離変換するサブキャリア分離部と、サブキャリア信号の伝送による位相変動を除去して検波後ベースバンド信号を出力する検波器と、サブキャリア信号または検波後ベースバンド信号の電圧値または電力値を比較し、最も低い値を検出する最小サブキャリアレベル検出部と、最小サブキャリアレベル検出部によって検出された値に応じてアンテナ切換器を制御するアンテナ選択部とを有することとしたものであり、受信信号全体の誤り率で支配的となるサブキャリア信号の中で最小のレベルによってアンテナの選択または切り換えが行われ、誤り率特性が改善されるように適切にアンテナの選択または切り換えが行われるという作用を有する。

【0021】請求項2に記載のダイバーシティ受信機は、直交周波数分割多重または周波数分割多重された複数の副搬送波を有する信号を受信するダイバーシティ受信機であって、複数のアンテナと、複数のアンテナを切り換えてアンテナからの受信信号を選択し出力するアンテナ切換器と、アンテナ切換器から受信信号を供給され、複数のアンテナに対応した受信信号を中間周波信号に変換し、中間周波信号をベースバンド信号に変換して各々出力する受信回路と、受信回路の各出力信号を各副搬送波に対応するサブキャリア信号に分離変換するサブキャリア分離部と、サブキャリア信号の伝送による位相変動を除去して検波後ベースバンド信号を出力する検波器と、サブキャリア信号または検波後ベースバンド信号の電圧値または電力値から伝送データ誤り率を推定する誤り率検出部と、誤り率検出部によって推定された値に応じてアンテナ切換器を制御するアンテナ選択部とを有することとしたものであり、受信信号全体の誤り率を直接に推定した値によってアンテナの選択または切り換えが行われ、誤り率特性が改善されるように適切にアンテナの選択または切り換えが行われるという作用を有する。

【0022】請求項3に記載のダイバーシティ受信機は、請求項1に記載のダイバーシティ受信機において、アンテナ切換器と受信回路との間に配置され、一方の端子に送信信号を出力する送信回路が接続され、他方の端

(6)

9

子に受信回路が接続された切り換え回路を備え、アンテナ選択部は、通信の相手局に対し送信する時、受信期間で選択したアンテナにより送信するように切り換え回路を制御することとしたものであり、送信時の誤り率特性が受信時同様に改善されるという作用を有する。

【0023】請求項4に記載のダイバーシティ受信機は、請求項2に記載のダイバーシティ受信機において、アンテナ切換器と受信回路との間に配置され、一方の端子に送信信号を出力する送信回路が接続され、他方の端子に受信回路が接続された切り換え回路を備え、アンテナ選択部は、通信の相手局に対し送信する時、受信期間で選択したアンテナにより送信するように切り換え回路を制御することとしたものであり、送信時の誤り率特性が受信時同様に改善されるという作用を有する。

【0024】請求項5に記載のダイバーシティ受信機は、請求項1または3に記載のダイバーシティ受信機において、アンテナ選択部は、複数のアンテナを切り換える毎に最小サブキャリアレベル検出部によって検出された値を記憶し、検出された値が最も大であったアンテナに切り換え、切り換えを所定の期間だけ維持することとしたものであり、全アンテナ中で最もデータ誤り率が低いと期待されるアンテナが選択され、検波後選択ダイバーシティ同様の良好な特性が得られるという作用を有する。

【0025】請求項6に記載のダイバーシティ受信機は、請求項2または4に記載のダイバーシティ受信機において、アンテナ選択部は、複数のアンテナを切り換える毎に誤り率検出部によって推定された値を記憶し、推定された値が最も小であったアンテナに切り換え、切り換えを所定の期間だけ維持することとしたものであり、全アンテナ中で最もデータ誤り率が低いと期待されるアンテナが選択され、検波後選択ダイバーシティ同様の良好な特性が得られるという作用を有する。

【0026】請求項7に記載のダイバーシティ受信機は、請求項1または3に記載のダイバーシティ受信機において、アンテナ選択部は、最小サブキャリアレベル検出部によって検出された値と切り換えしきい値とを比較し、検出された値が切り換えしきい値を下回った場合にはアンテナを切り換え、切り換えを所定の期間だけ維持することとしたものであり、少ないアンテナ切り換え回数で良好なダイバーシティ効果が得られるという作用を有する。

【0027】請求項8に記載のダイバーシティ受信機は、請求項2または4に記載のダイバーシティ受信機において、アンテナ選択部は、誤り率検出部によって推定された値と切り換えしきい値とを比較し、推定された値が切り換えしきい値を上回った場合にはアンテナを切り換え、切り換えを所定の期間だけ維持することとしたものであり、少ないアンテナ切り換え回数で良好なダイバーシティ効果が得られるという作用を有する。

10

【0028】以下、本発明の実施の形態について、図1から図9を参照しながら説明する。

(実施の形態1) 図1は、本発明の実施の形態1によるダイバーシティ受信機を示すブロック図であり、OFDMにより通信を行う場合を示す。

【0029】図1において、第1のアンテナ11、第2のアンテナ12、アンテナ切換器2、周波数変換部31、AGC増幅器32、準同期検波器33、検波器35、判定部5は図11と同様のものなので、同一符号を付し、説明は省略する。34は準同期検波器33から出力されるベースバンド信号をOFDMの各サブキャリアに対応する複数のサブキャリア信号に分離変換するサブキャリア分離部としての離散フーリエ変換部(DFT)、6は各サブキャリア毎に得られた受信データをまとめるパラレル/シリアル変換部、71は各サブキャリアの検波後ベースバンド信号の電圧値または電力値を比較し、最も低い値を検出し、AGC増幅器32の設定利得から換算される当該サブキャリアの受信信号強度を出力する最小サブキャリアレベル検出部、81は最小サブキャリアレベル検出部71の最小レベルのサブキャリアの受信信号強度に応じてアンテナ切換器2を制御するアンテナ選択部であり、周波数変換部31、AGC増幅器32、準同期検波器33は受信回路を構成する。なお、検波器35としては、具体的には、同期検波器や遅延検波器が用いられる。離散フーリエ変換部34はサブキャリア数と等しいサンプル数の離散フーリエ変換演算をシンボル周期毎に行うものであり、図1はサブキャリアおよびサンプル数が4の例を示したものである。以上は信号処理の構成を説明したが、従来の技術で述べたように、準同期検波器33の出力あるいはAGC増幅器32の出力にアナログ/デジタル変換回路を設けてデジタル信号に変換し、以後の処理をデジタル回路、あるいは上記信号処理がプログラムされたデジタルシグナルプロセッサ(DSP)によって行うことが、無調整化および集積回路化が容易となるため望ましい。

【0030】以上のように構成されたダイバーシティ受信機について、その動作を図2、図3を用いて説明する。図2(a)は第1のアンテナ11におけるOFDMによる送信信号のスペクトラムを示す周波数特性図であり、図2(b)は第2のアンテナ12におけるOFDMによる送信信号のスペクトラムを示す周波数特性図、図3(a)は第1のアンテナ11におけるフェージング特性を示すタイミング図、図3(b)は第2のアンテナ12におけるフェージング特性を示すタイミング図、図3(c)は受信バースト信号を示すタイミング図である。

【0031】図1において、まず、アンテナ選択部81は、アンテナ切換器2を制御し、受信信号のうち同期ビット等の情報が載っていない期間でアンテナを切り換えながら、第1のアンテナ11および第2のアンテナ12における最小サブキャリアレベル(つまり最小サブキャ

(7)

11

リアレベル検出部71で検出し、通知された最小サブキャリアレベル)を比較する。そして、最小サブキャリアレベルが高かった方のアンテナに切り換えて所定の期間受信する。例えば、上記切り換え時における受信信号の電力スペクトルが図2に示す状態であったとき、第1のアンテナ11においては第2のサブキャリア信号が、第2のアンテナ12においては第1のサブキャリア信号が最小サブキャリアレベルとなる。この場合、第1のアンテナ11における最小サブキャリアレベルの方が高い。従って、アンテナ選択部81は第1のアンテナ11を選択し、アンテナ切換器2を第1のアンテナ11側へ切り換えて所定の期間、もしくは次のアンテナ切り換えまで保持する。多くのデジタル無線システムでは、タイムスロットと呼ばれる単位のバースト信号として伝送されることが多く、通常、タイムスロットの先頭部にプリアンプルと呼ばれる同期ビット等の情報が載っていない期間が設けられている。図3(a)、(b)はこのようなバースト信号を受信した場合の動作例を示すもので、図中の曲線は各サブキャリア信号毎のフェージングによる受信信号強度の変動を示す。図3(c)において91、92、93はそれぞれ第1、第2、第3番目の受信バースト信号である。各受信バースト信号の斜線部分は上記プリアンプルである。また、図中◎印は、当該アンテナが選択されたことを意味する。まず、第1番目のバースト信号のプリアンプル部分でアンテナが切り換えられ、第1のアンテナ11および第2のアンテナ12での最小サブキャリアレベルが比較される。この例の場合、第1のアンテナ11における最小サブキャリアレベル、即ち第2のサブキャリアの信号強度の方が、第2のアンテナ12における最小サブキャリアレベル、即ち第3のサブキャリアの信号強度よりも高いので、図中矢印付きの太線で示した期間、第1のアンテナ11にて受信される。次に第2、第3のバースト信号の場合にも同様に動作し、それぞれ第2のアンテナ12、第1のアンテナ11が選択されて受信される。そしてアンテナ11もしくは12で受信された信号は、アンテナ切換器2を介して周波数変換部31、AGC増幅器32、準同期検波器33により増幅および周波数変換され、離散フーリエ変換部34により各サブキャリア信号に分離した後、検波器35で検波されて検波後ベースバンド信号に変換され、判定部5で受信データとなった後、パラレル/シリアル変換部6でシリアルデータに変換され、出力される。

【0032】以上は受信動作を説明したが、PHSで用いられているようなTDD(時分割複信)により同一周波数で交互に送受信を行う場合においては、受信時に選択して用いたアンテナを相手局への次の送信期間で用いられればよい。この場合、アンテナ切換器2と周波数変換部31の間に送受の切り換え回路(図示せず)を挿入し、同回路に送信回路(図示せず)を接続する構成とすればよい。すなわち切り換え回路の一方の端子に上記送信回

12

路を接続し、他方の端子に受信回路31~33を接続する構成とすればよい。このような構成を基地局あるいはコードレス電話の親機に用いれば、小型軽量が要求される移動局側ではダイバーシティを行うことなく送信ダイバーシティ効果が得られる。

【0033】なお、本実施の形態では、最小サブキャリアレベル検出部71は検波後ベースバンド信号の電圧値または電力値を検出する構成としたが、これに代えて、ベースバンド信号の電圧値または電力値を検出する構成としてもよい。特にBPSK、QPSK等の位相シフトキーイングによる変調信号の場合には、位相遅延検波等の位相情報、即ちベースバンド信号の同相成分と直交成分の比に応じた位相値を用いて信号処理がなされるため、検波器35の出力には振幅すなわちサブキャリア信号の電圧あるいは電力の情報が出力されない構成となる。このような場合でも上記構成により実施可能である。また、本実施の形態では、図3に示すようにアンテナ選択ダイバーシティで説明したが、アンテナ選択部81から出力される制御信号を一時的に記憶装置(図示せず)に保持し、この記憶装置から読み出される制御信号によりアンテナ切換器2を制御し、上記記憶装置の記憶内容を一定周期で更新するようにしてもよく、この場合はアンテナの選択、切り換えが所定期間だけ保持されることになる。さらに、本実施の形態では、多重方式は直交周波数分割多重方式として説明したが、本発明はこれに限らず、一般的な周波数分割多重方式であっても適用できるものである。

【0034】以上のように本実施の形態では、アンテナ切換器2から受信信号を供給され、複数のアンテナ11、12に対応した受信信号を中間周波信号に変換し、前記中間周波信号をベースバンド信号に変換して各々出力する受信回路31、32、33と、受信回路31~33の各出力信号を各副搬送波に対応するサブキャリア信号に分離変換するサブキャリア分離部34と、サブキャリア信号の伝送による位相変動を除去して検波後ベースバンド信号を出力する検波器35と、検波後ベースバンド信号の電圧値または電力値を比較し、最も低い値を検出する最小サブキャリアレベル検出部71と、最小サブキャリアレベル検出部71によって検出された値に応じてアンテナ切換器2を制御するアンテナ選択部81とを設けたことにより、受信信号全体の誤り率で支配的となるサブキャリア信号の中で最小のレベルによってアンテナの選択または切り換えを行うことができるので、誤り率特性が改善されるように適切にアンテナの選択または切り換えを行うことができ、周波数選択性フェージング伝播路の場合でも十分なダイバーシティ効果を得ることができる。また、従来のアンテナ切り換えおよびアンテナ選択ダイバーシティと同様に受信回路は1系統で済むため、OFDM等のマルチキャリア伝送方式においても良好な特性を有する優れたダイバーシティ受信機を簡単

(8)

13

に構成することができる。

【0035】（実施の形態2）図4は、本発明の実施の形態2によるダイバーシティ受信機を示すブロック図である。

【0036】図4において、第1のアンテナ11、第2のアンテナ12、アンテナ切替器2、周波数変換部31、AGC増幅器32、準同期検波器33、離散フーリエ変換部34、検波器35、判定部5、パラレル/シリアル変換部6は図1と同様のものなので、同一符号を付し、説明は省略する。72は各サブキャリアの検波後ベースバンド信号の電圧値または電力値およびAGC増幅器32で設定された利得から各サブキャリアの受信信号強度を求め、これから理論的に推定される受信データの誤り率を全サブキャリアで平均してOFDM信号全体の誤り率を推定する誤り率推定部、82は誤り率推定部72の出力に応じてアンテナ切替器2を制御するアンテナ選択部である。以上は信号処理の構成を説明したが、実施の形態1と同様に、準同期検波器33の出力あるいはAGC増幅器32の出力にアナログ/デジタル変換回路を設けてデジタル信号に変換し、以後の処理をデジタル回路、あるいは上記信号処理がプログラムされたデジタルシグナルプロセッサ（DSP）によって行うことが、無調整化および集積回路化が容易となるため望ましい。この場合、誤り率推定部72は、受信回路の雑音指数および変調の形式から理論的に得られる受信信号強度とデー

14

*タ誤り率との関係をテーブル化し、これをメモリに格納したものを読み出すことにより容易に実現できる。

【0037】以上のように構成されたダイバーシティ受信機について、その動作を図5を用いて説明する。図5（a）は第1のアンテナ11における電力スペクトルを示すスペクトル図であり、図5（b）は第2のアンテナ12における電力スペクトルを示すスペクトル図である。

【0038】図4において、まず、アンテナ選択部82は、アンテナ切替器2を制御し、受信信号のうち同期ビット等の情報が載っていない期間でアンテナを切り換えながら、第1のアンテナ11および第2のアンテナ12における誤り率推定部72で得られる受信データの誤り率の推定値を取り込み、これらを比較する。そして、誤り率の推定値が低かった方のアンテナに切り換えて所定の期間受信する。例えば上記切り換え時における受信信号の電力スペクトルが図5（a）、（b）に示す状態であり、図5（a）、（b）に対する誤り率の推定値が（表3）、（表4）に示す状態であったとき、第1のアンテナ11における誤り率推定値の方が低いので、アンテナ11が選択され、アンテナ切替器2は第1のアンテナ11側へ接続される。

【0039】

【表3】

第1のサブキャリアの誤り率推定値	第2のサブキャリアの誤り率推定値	第3のサブキャリアの誤り率推定値	第4のサブキャリアの誤り率推定値	信号全体の誤り率推定値
1×10^{-3}	3×10^{-3}	2×10^{-3}	3×10^{-4}	1.6×10^{-3}

【0040】

※30※【表4】

第1のサブキャリアの誤り率推定値	第2のサブキャリアの誤り率推定値	第3のサブキャリアの誤り率推定値	第4のサブキャリアの誤り率推定値	信号全体の誤り率推定値
1×10^{-1}	1×10^{-4}	1×10^{-5}	2×10^{-5}	2.5×10^{-2}

【0041】そして、アンテナ11もしくは12で受信された信号は、アンテナ切替器2を介して周波数変換部31、AGC増幅器32、準同期検波器33により増幅および周波数変換され、離散フーリエ変換部34により各サブキャリア信号に分離された後、検波器35で検波されて検波後ベースバンド信号に変換され、判定部5で受信データとなった後、パラレル/シリアル変換部6でシリアルデータに変換され、出力される。

【0042】このように本実施の形態によれば、各サブキャリアの受信信号強度から推定されるデータ誤り率が最も低いブランチで受信される。従って最も通信品質が良好と期待されるブランチで受信される。特に本実施の形態では、OFDM信号全体のデータ誤り率を直接推定しているので、より確実に通信品質が最良なブランチが選択されることになり、良好なダイバーシティ利得が得られる。また、実施の形態1と同様に、TDDに用いる

場合には送信回路を接続した送信ダイバーシティを行う構成としても良い。

【0043】（実施の形態3）図6は本発明の実施の形態3によるダイバーシティ受信機を示すブロック図であり、OFDMにより通信を行う場合を示す。

【0044】図6において、第1のアンテナ11、第2のアンテナ12、アンテナ切替器2、周波数変換部31、AGC増幅器32、準同期検波器33、離散フーリエ変換部34、検波器35、判定部5、パラレル/シリアル変換部6、最小サブキャリアレベル検出部71は図1と同様のものなので、同一符号を付し、説明は省略する。81は比較部83とアンテナ切り換え制御部84から構成されるアンテナ選択部である。ここで、比較部83は、最小サブキャリアレベル検出部71の最小レベルのサブキャリアの受信信号強度を予め設定されたしきい値と比較する。そして、アンテナ切り換え制御部84

(9)

15

は、比較部83における比較の結果、最小レベルのサブキャリアの受信信号強度が上記予め設定されたしきい値を下回ったならばアンテナを他方に切り換え、上回ったならば切り換えずに所定の期間受信するようにアンテナ切替器2を制御する。

【0045】以上のように構成されたダイバーシティ受信機について、その動作を図7を用いて説明する。図7(a)は第1のアンテナ11におけるフェージング特性を示すタイミング図であり、図7(b)は第2のアンテナ12におけるフェージング特性を示すタイミング図、図7(c)は受信バースト信号を示すタイミング図である。

【0046】受信波がタイムスロット単位のバースト信号の場合、図7(a)、(b)に示すようにアンテナが切り替わる。図7(c)において91、92、93はそれぞれ第1、第2、第3番目の受信バースト信号である。各受信バースト信号の斜線部分はプリアンプルである。また、図中○印は、切り換えが発生せず当該アンテナが継続して選択されたことを、□印は直後にアンテナが他方へ切り換えられたことを示す。まず、第1番目のバースト信号の到来前には、第1のアンテナ11が接続されていたとする。そして第1番目のバースト信号のプリアンプル部分で第1のアンテナ11のままで最小レベルのサブキャリアの受信信号強度が上記しきい値と比較される。この例の場合、第1のアンテナ11における最小レベルのものは第2のサブキャリアであるが、第2のサブキャリアの受信信号強度がしきい値を上回っているため、アンテナの切り換えは発生せず、引き続き第1のアンテナ11にて受信される。次に、第2のバースト信号では、プリアンプルでは引き続き第1のアンテナ11にて受信され、最小レベルのサブキャリアの受信信号強度がしきい値と比較される。今度は第1のサブキャリアが最小レベルであり、図中□印で示したようにしきい値を下回っているため切り換えが発生して第2のアンテナ12へ切り替わり、以下第2のバースト信号は第2のアンテナ12にて受信される。そして、第3のバースト信号では、プリアンプルで引き続き第2のアンテナ12にて受信され、最小レベルのサブキャリアの受信信号強度がしきい値と比較される。最小レベルのものは第1のサブキャリアであるが、今度もしきい値を下回っているため切り換えが発生し、再び第1のアンテナ11へ切り替わり、第3のバースト信号は第1のアンテナ11にて受信される。

【0047】以上のように本実施の形態では、従来のダイバーシティ受信機で説明したアンテナ切り換えダイバーシティと同様に、プリアンプル部分でのアンテナ切り換え回数が高々1回で済む。一方、実施の形態1および2のダイバーシティ受信機では2回の切り換えが発生する場合がある。従って、本実施の形態はプリアンプルが短い場合に有効である。また、実施の形態1および2と

16

同様に、TDDに用いる場合には送信回路を接続した送信ダイバーシティを行う構成としても良い。

【0048】(実施の形態4)図8は、本発明の実施の形態4によるダイバーシティ受信機を示すブロック図であり、OFDMにより通信を行う場合を示す。

【0049】図8において、第1のアンテナ11、第2のアンテナ12、アンテナ切替器2、周波数変換部31、AGC増幅器32、準同期検波器33、離散フーリエ変換部34、検波器35、判定部5、パラレル/シリアル変換部6、誤り率推定部72は図4と同様のものなので、同一符号を付し、説明は省略する。82は比較部85とアンテナ切り換え制御部86から構成されるアンテナ選択部である。ここで、比較部85は、誤り率推定部72の出力であるOFDM信号全体の誤り率推定値を予め設定されたしきい値と比較する。そして、アンテナ切り換え制御部86は、比較部85における比較の結果、誤り率推定部72におけるOFDM信号全体の誤り率推定値が上記予め設定されたしきい値を上回ったならばアンテナを他方に切り換え、下回ったならば切り換えずに所定の期間受信するようにアンテナ切替器2を制御するものである。

【0050】以上のように構成されたダイバーシティ受信機について、その動作を図9を用いて説明する。図9(a)は第1のアンテナ11におけるフェージング特性を示すタイミング図であり、図9(b)は第2のアンテナ12におけるフェージング特性を示すタイミング図、図9(c)は受信バースト信号を示すタイミング図である。

【0051】受信波がタイムスロット単位のバースト信号の場合、図9(a)、(b)に示すようにアンテナが切り替わる。図9(c)において91、92、93はそれぞれ第1、第2、第3番目の受信バースト信号である。各受信バースト信号の斜線部分はプリアンプルである。また、図中○印は、切り換えが発生せず当該アンテナ(ここでは第1のアンテナ11)が継続して選択されたことを示し、□印は直後にアンテナが他方へ切り換えられたことを示す。まず、第1番目のバースト信号の到来前には、第1のアンテナ11が接続されていたとする。そして、第1番目のバースト信号のプリアンプル部分で第1のアンテナ11のままで誤り率推定値がしきい値と比較される。この例の場合、誤り率推定値がしきい値を下回っているため切り換えは発生せず、引き続き第1のアンテナ11にて受信される。次に、第2のバースト信号では、プリアンプルで引き続き第1のアンテナ11にて受信される。今度は図中□印で示すようにしきい値を上回っているため、アンテナの切り換えが発生して第2のアンテナ12へ切り替わり、以下第2のバースト信号は第2のアンテナ12にて受信される。そして、第3のバースト信号はプリアンプルで引き続き第2のアンテナ12にて受信される。今度も誤り率推定値がしきい

(10)

17

値を上回っているので切り換えが発生し、再び第1のアンテナ11へ切り換わり、第3のバースト信号は以下第1のアンテナ11にて受信される。

【0052】以上のように本実施の形態では、実施の形態3と同様に、プリアンプ部分でのアンテナ切り換え回数が高々1回で済む。従って、本実施の形態もプリアンプが短い場合に有効であり、全体の誤り率を推定してアンテナを切り換えるので、実施の形態3よりもさらに良好な特性が得られる。また、実施の形態1、2、3と同様に、TDDに用いる場合には送信回路を接続した送信ダイバーシティを行う構成としても良い。

【0053】

【発明の効果】以上のように本発明の請求項1に記載のダイバーシティ受信機によれば、直交周波数分割多重または周波数分割多重された複数の副搬送波を有する信号を受信するダイバーシティ受信機であって、複数のアンテナと、複数のアンテナを切り換えてアンテナからの受信信号を選択し出力するアンテナ切換器と、アンテナ切換器から受信信号を供給され、複数のアンテナに対応した受信信号を中間周波信号に変換し、中間周波信号をベースバンド信号に変換して各々出力する受信回路と、受信回路の各出力信号を各副搬送波に対応するサブキャリア信号に分離変換するサブキャリア分離部と、サブキャリア信号の伝送による位相変動を除去して検波後ベースバンド信号を出力する検波器と、サブキャリア信号または検波後ベースバンド信号の電圧値または電力値を比較し、最も低い値を検出する最小サブキャリアレベル検出部と、最小サブキャリアレベル検出部によって検出された値に応じてアンテナ切換器を制御するアンテナ選択部とを有することにより、受信信号全体の誤り率で支配的となるサブキャリア信号の中で最小のレベルによってアンテナの選択または切り換えを行うことができるので、誤り率特性が改善されるように適切にアンテナの選択または切り換えを行うことができ、周波数選択性フェージング伝播路の場合でも十分なダイバーシティ効果を得ることができるという有利な効果が得られ、また、従来のアンテナ切り換えおよびアンテナ選択ダイバーシティと同様に受信回路は1系統で済むため、OFDM等のマルチキャリア伝送方式においても良好な特性を有する優れたダイバーシティ受信機を簡単に構成することができるという有利な効果が得られる。

【0054】請求項2に記載のダイバーシティ受信機によれば、直交周波数分割多重または周波数分割多重された複数の副搬送波を有する信号を受信するダイバーシティ受信機であって、複数のアンテナと、複数のアンテナを切り換えてアンテナからの受信信号を選択し出力するアンテナ切換器と、アンテナ切換器から受信信号を供給され、複数のアンテナに対応した受信信号を中間周波信号に変換し、中間周波信号をベースバンド信号に変換して各々出力する受信回路と、受信回路の各出力信号を各

18

副搬送波に対応するサブキャリア信号に分離変換するサブキャリア分離部と、サブキャリア信号の伝送による位相変動を除去して検波後ベースバンド信号を出力する検波器と、サブキャリア信号または検波後ベースバンド信号の電圧値または電力値から伝送データ誤り率を推定する誤り率検出部と、誤り率検出部によって推定された値に応じてアンテナ切換器を制御するアンテナ選択部とを有することにより、受信信号全体の誤り率を直接に推定した値によってアンテナの選択または切り換えを行うことができるので、誤り率特性が改善されるように適切にアンテナの選択または切り換えを行うことができ、周波数選択性フェージング伝播路の場合でも十分なダイバーシティ効果を得ることができるという有利な効果が得られ、また、従来のアンテナ切り換えおよびアンテナ選択ダイバーシティと同様に受信回路は1系統で済むため、OFDM等のマルチキャリア伝送方式においても良好な特性を有する優れたダイバーシティ受信機を簡単に構成することができるという有利な効果が得られる。

【0055】請求項3に記載のダイバーシティ受信機によれば、請求項1に記載のダイバーシティ受信機において、アンテナ切換器と受信回路との間に配置され、一方の端子に送信信号を出力する送信回路が接続され、他方の端子に受信回路が接続された切り換え回路を備え、アンテナ選択部は、通信の相手局に対し送信する時、受信期間で選択したアンテナにより送信するように切り換え回路を制御することにより、送信時の誤り率特性が受信時同様に改善されるという有利な効果が得られる。

【0056】請求項4に記載のダイバーシティ受信機によれば、請求項2に記載のダイバーシティ受信機において、アンテナ切換器と受信回路との間に配置され、一方の端子に送信信号を出力する送信回路が接続され、他方の端子に受信回路が接続された切り換え回路を備え、アンテナ選択部は、通信の相手局に対し送信する時、受信期間で選択したアンテナにより送信するように切り換え回路を制御することにより、送信時の誤り率特性が受信時同様に改善されるという有利な効果が得られる。

【0057】請求項5に記載のダイバーシティ受信機によれば、請求項1または3に記載のダイバーシティ受信機において、アンテナ選択部は、複数のアンテナを切り換える毎に最小サブキャリアレベル検出部によって検出された値を記憶し、検出された値が最も大であったアンテナに切り換え、切り換えを所定の期間だけ維持することにより、全アンテナ中で最もデータ誤り率が低いと期待されるアンテナが選択され、検波後選択ダイバーシティ同様の良好な特性が得られるという有利な効果が得られる。

【0058】請求項6に記載のダイバーシティ受信機によれば、請求項2または4に記載のダイバーシティ受信機において、アンテナ選択部は、複数のアンテナを切り換える毎に誤り率検出部によって推定された値を記憶

(11)

19

し、推定された値が最も小であったアンテナに切り換え、切り換えを所定の期間だけ維持することにより、全アンテナ中で最もデータ誤り率が低いと期待されるアンテナが選択され、検波後選択ダイバーシティ同様の良好な特性が得られるという有利な効果が得られる。

【0059】請求項7に記載のダイバーシティ受信機によれば、請求項1または3に記載のダイバーシティ受信機において、アンテナ選択部は、最小サブキャリアレベル検出部によって検出された値と切り換えしきい値とを比較し、検出された値が切り換えしきい値を下回った場合にはアンテナを切り換え、切り換えを所定の期間だけ維持することにより、少ないアンテナ切り換え回数で良好なダイバーシティ効果が得られるという有利な効果が得られる。

【0060】請求項8に記載のダイバーシティ受信機によれば、請求項2または4に記載のダイバーシティ受信機において、アンテナ選択部は、誤り率検出部によって推定された値と切り換えしきい値とを比較し、推定された値が切り換えしきい値を上回った場合にはアンテナを切り換え、切り換えを所定の期間だけ維持することにより、少ないアンテナ切り換え回数で良好なダイバーシティ効果が得られるという有利な効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1によるダイバーシティ受信機を示すブロック図

【図2】(a)第1のアンテナの電力スペクトルを示すスペクトル図

(b)第2のアンテナの電力スペクトルを示すスペクトル図

【図3】(a)第1のアンテナにおけるフェージング特性を示すタイミング図

(b)第2のアンテナにおけるフェージング特性を示すタイミング図

(c)受信バースト信号を示すタイミング図

【図4】本発明の実施の形態2によるダイバーシティ受信機を示すブロック図

【図5】(a)第1のアンテナにおける電力スペクトルを示すスペクトル図

(b)第2のアンテナにおける電力スペクトルを示すスペクトル図

【図6】本発明の実施の形態3によるダイバーシティ受信機を示すブロック図

【図7】(a)第1のアンテナにおけるフェージング特

20

性を示すタイミング図

(b)第2のアンテナにおけるフェージング特性を示すタイミング図

(c)受信バースト信号を示すタイミング図

【図8】本発明の実施の形態4によるダイバーシティ受信機を示すブロック図

【図9】(a)第1のアンテナにおけるフェージング特性を示すタイミング図

(b)第2のアンテナにおけるフェージング特性を示すタイミング図

(c)受信バースト信号を示すタイミング図

【図10】直交周波数分割多重信号(OFDM信号)の送信信号の電力スペクトル図

【図11】従来のダイバーシティ受信機を示すブロック図

【図12】(a)第1のアンテナにおけるフェージング特性を示すタイミング図

(b)第2のアンテナにおけるフェージング特性を示すタイミング図

(c)受信バースト信号を示すタイミング図

【図13】(a)第1のアンテナにおけるフェージング特性を示すタイミング図

(b)第2のアンテナにおけるフェージング特性を示すタイミング図

(c)受信バースト信号を示すタイミング図

【図14】(a)伝播路の周波数特性を示す周波数特性図

(b)伝播路の周波数特性を示す周波数特性図

【符号の説明】

2 アンテナ切換器

5 判定部

6 パラレル/シリアル変換部

11 第1のアンテナ

12 第2のアンテナ

31 周波数変換部(受信回路)

32 自動利得制御増幅器(AGC増幅器)(受信回路)

33 準同期検波器(受信回路)

34 離散フーリエ変換部(サブキャリア分離部)

35 検波器

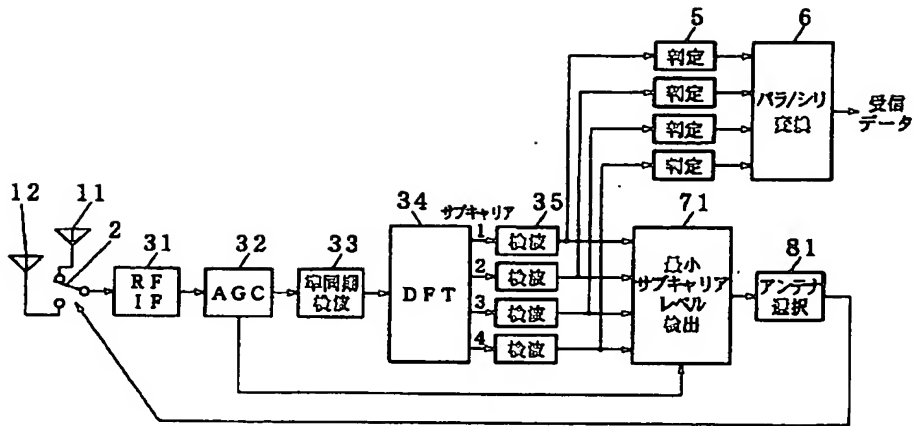
71 最小サブキャリアレベル検出部

72 誤り率推定部

81、82 アンテナ選択部

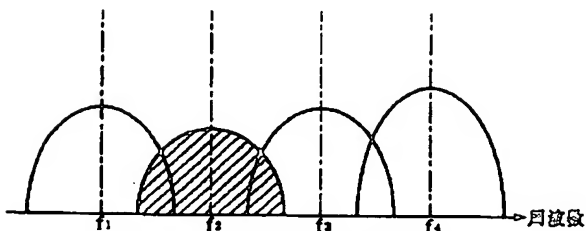
(12)

【図1】



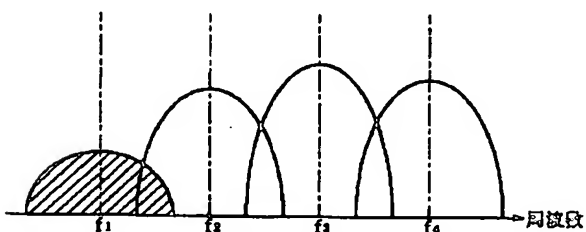
【図2】

(a)



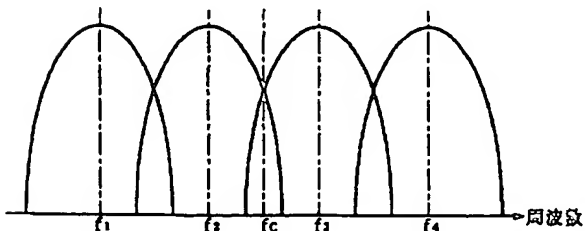
第1のアンテナの受信信号電力スペクトル

(b)

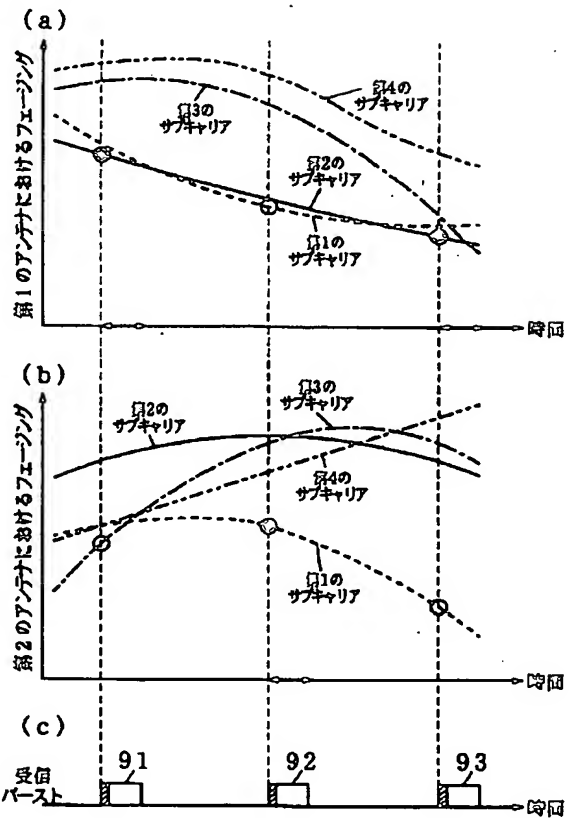


第2のアンテナの受信信号電力スペクトル

【図10】

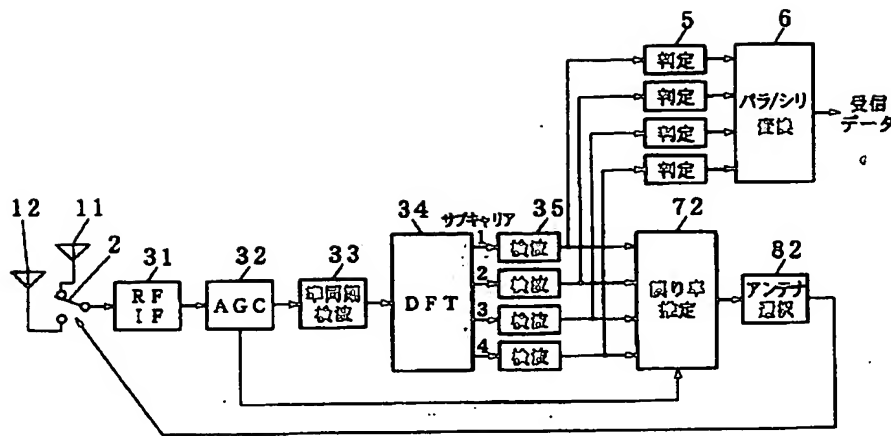


【図3】

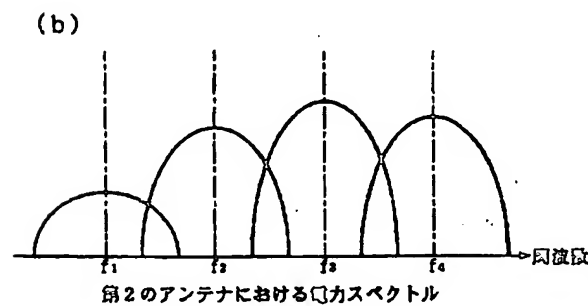
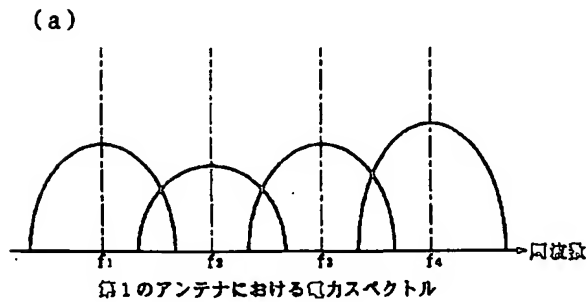


(13)

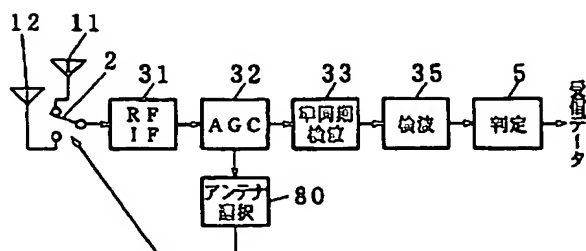
【図4】



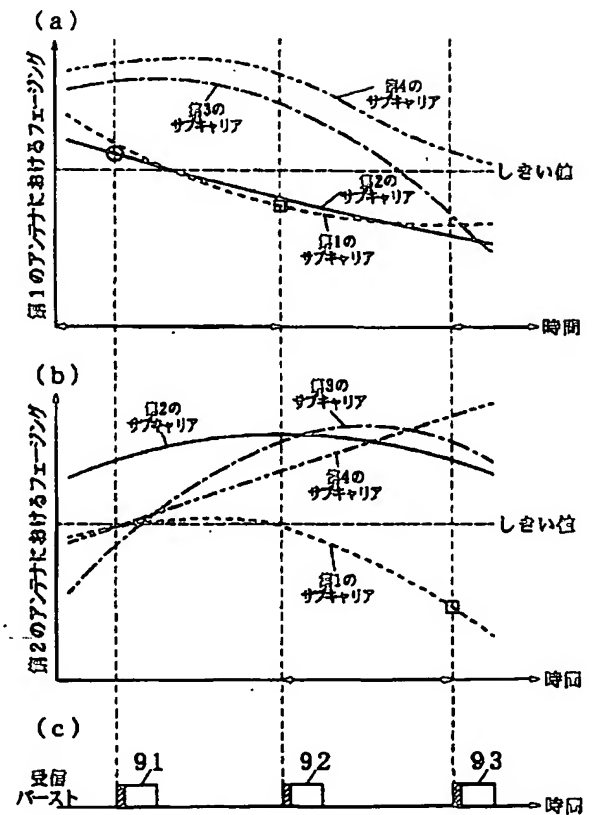
【図5】



【図11】

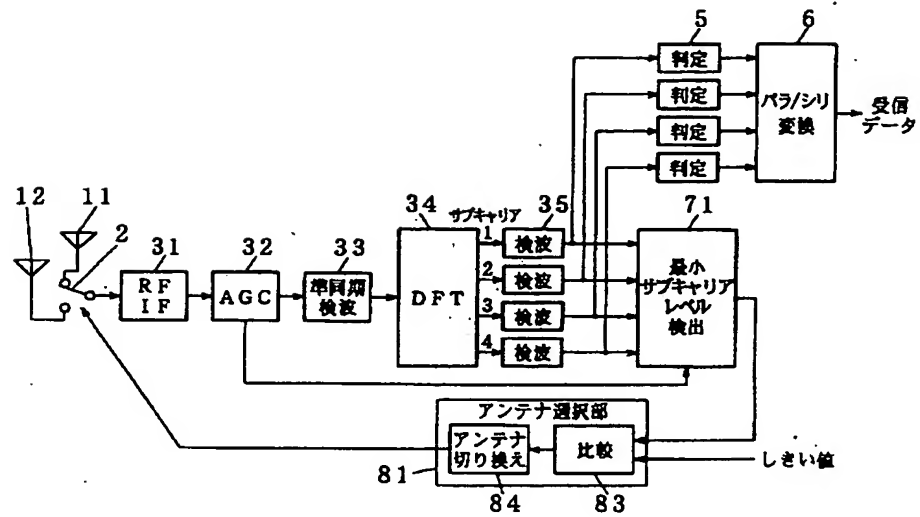


【図7】

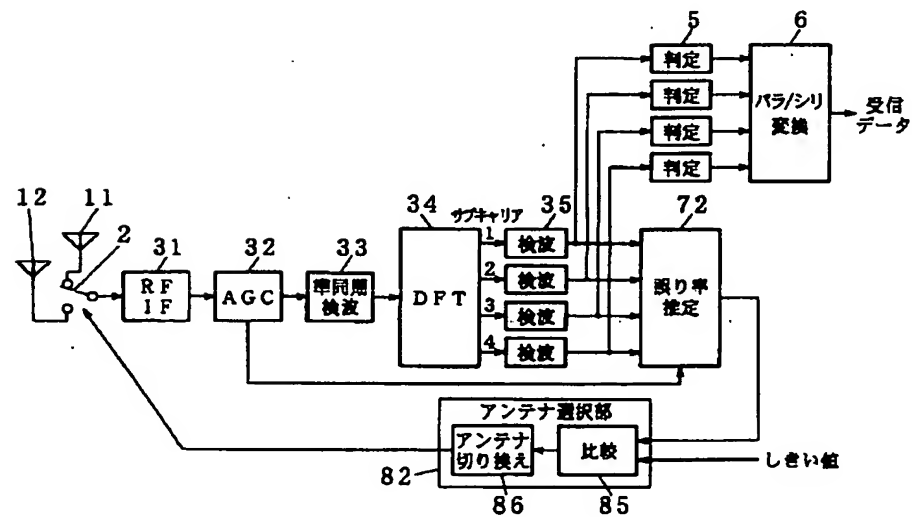


(14)

【図6】

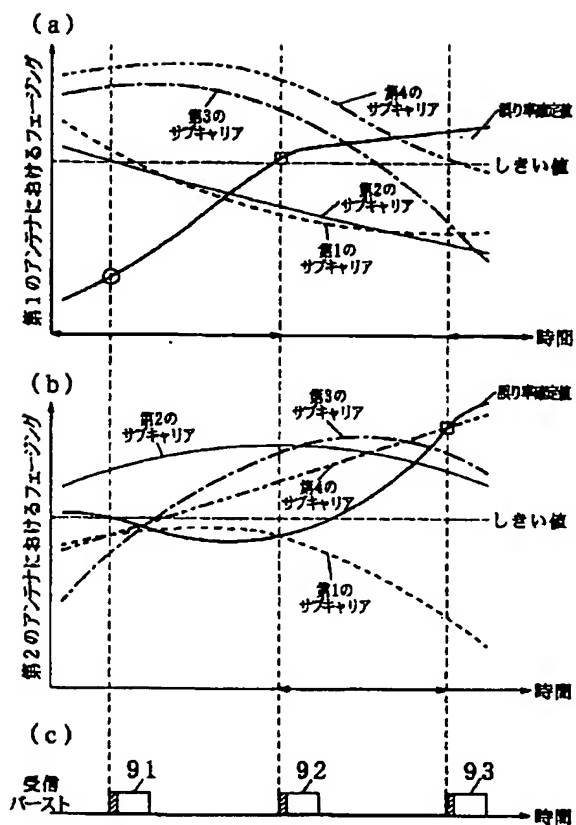


【図8】

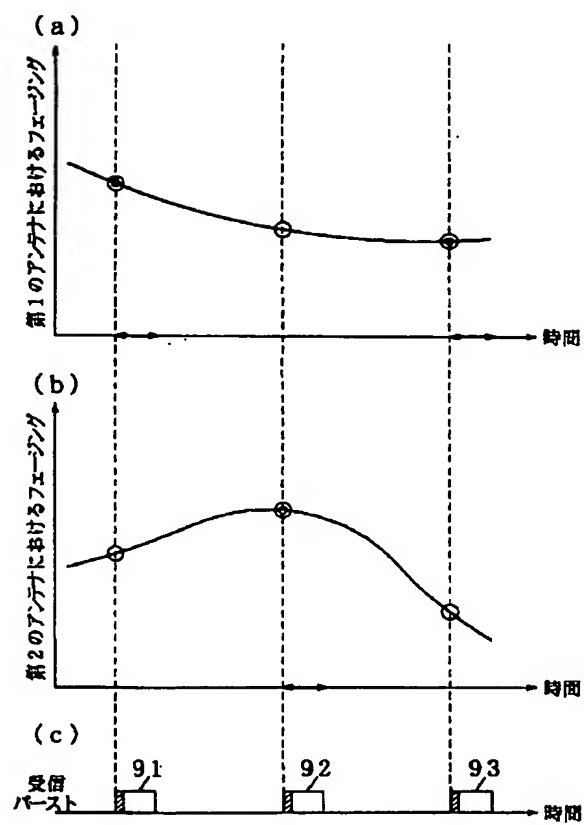


(15)

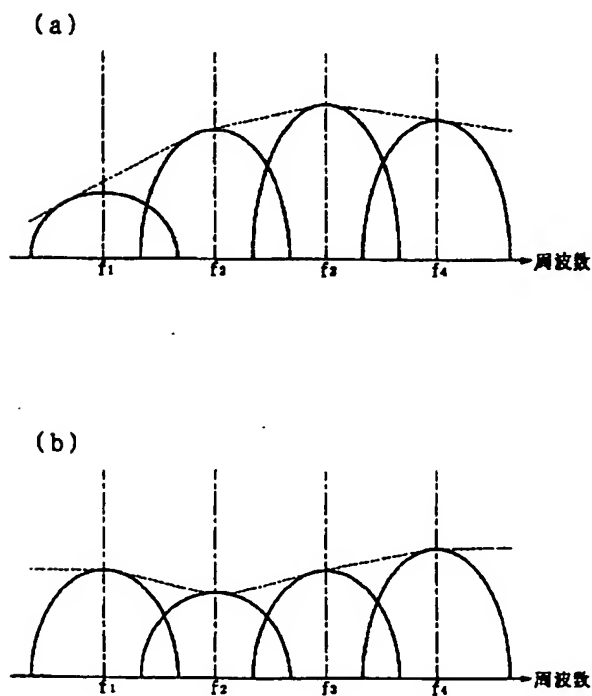
【図9】



【図12】



【図14】



(16)

【図13】

